

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-080926

(43)Date of publication of application : 21.03.2000

(51)Int.Cl.

F02C 3/28

F01K 23/06

F02C 6/18

(21)Application number : 10-250698

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 04.09.1998

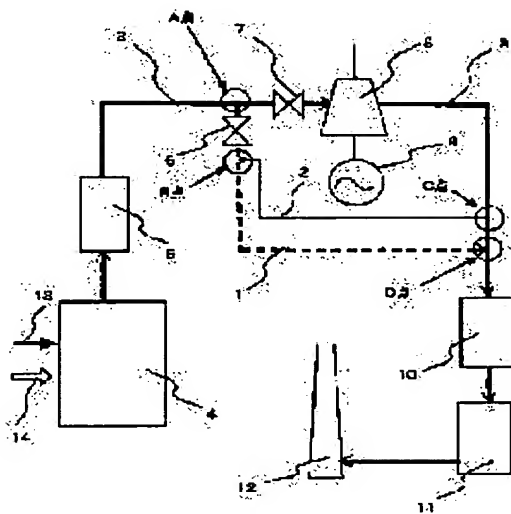
(72)Inventor : SADAOKA NORIYUKI  
KOBASHI KEIJI  
SUGAWARA YOSHIAKI

## (54) THERMAL POWER PLANT AND OPERATING METHOD THEREOF

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent piping corrosion by caused by condensation on a gas turbine bypass piping system by arranging a return piping for returning a part of high temperature gas discharged from a gas turbine to a gas turbine bypass piping, in a thermal power plant provided with a high temperature gas system having a turbine bypass piping.

**SOLUTION:** During normal operation of a thermal power plant, high temperature gas generated in a boiler 4 flows in a gas turbine 8, the high temperature gas discharged from the gas turbine 8 is discharged from a chimney 12 bypassing a denitration device 10, a exhaust heat recovering heat exchanger 11. In this case, in order to hold a temperature of a gas turbine bypass piping 1 at the time of normal operation, a temperature holding piping 2 as a return piping is arranged so as to connect a point C of a high temperature gas main piping 3 arranged downstream the gas turbine 8 to a part (a point B) which is positioned at a just after downstream of a bypass flow rate regulating valve 6 of the gas turbine bypass piping 1. A part of high temperature gas is returned from the point C to a point B and a point D, and thereby, a flow rate necessitated for holding a temperature of the gas turbine bypass piping 1 flows at all times.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-80926  
(P2000-80926A)

(43) 公開日 平成12年3月21日 (2000.3.21)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
F 0 2 C 3/28		F 0 2 C 3/28	3 G 0 8 1
F 0 1 K 23/06		F 0 1 K 23/06	B
F 0 2 C 6/18		F 0 2 C 6/18	A

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平10-250698  
(22) 出願日 平成10年9月4日 (1998.9.4)

(71) 出願人 000005108  
株式会社日立製作所  
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地  
(72) 発明者 定岡 紀行  
茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株式会社日立製作所電力・電機開発本部内  
(72) 発明者 小橋 啓司  
茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株式会社日立製作所電力・電機開発本部内  
(74) 代理人 100068504  
弁理士 小川 勝男

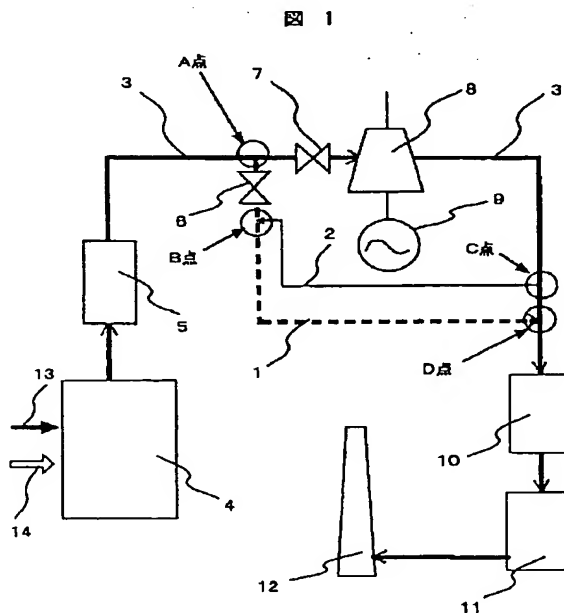
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 火力発電プラント及びその運転方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明の目的は、構成簡単かつ簡便にして、効果的にガスタービンバイパス配管システムの結露による配管腐食を防止することができる火力発電プラントを提供することにある。

【解決手段】 ガスタービン8を出た高温ガスの一部をガスタービンバイパス配管1に還流させる保温配管2を設け、同配管の先端を複数の細管に分岐し、それぞれの細管がタービンバイパス配管壁面に対して水平方向と鉛直方向のどちらにも傾いた角度を持って合流する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】ボイラー、ガスタービン、前記ボイラーで発生した高温ガスを前記ガスタービンに供給する高温ガス配管、及び前記ボイラーからの高温ガスを前記ガスタービンをバイパスしてその下流側に供給するタービンバイパス配管を有する高温ガス系統を備えた火力発電プラントにおいて、前記ガスタービンを出た高温ガスの一部を前記タービンバイパス配管に還流させる戻り配管を設けたことを特徴とする火力発電プラント。

【請求項2】請求項1において、前記戻り配管のうち、前記タービンバイパス配管に合流する部分が複数の細管に分岐していることを特徴とする火力発電プラント。

【請求項3】請求項2において、前記戻り配管の細管は、前記タービンバイパス配管の周方向に一定間隔で、その壁面に対して水平方向及び鉛直方向のどちらにも傾いた角度を持って合流する構造を有することを特徴とする火力発電プラント。

【請求項4】請求項1乃至3の何れかにおいて、前記戻り配管は、前記タービンバイパス配管の管軸方向の複数の位置で合流することを特徴とする火力発電プラント。

【請求項5】請求項1に記載の火力発電プラントの運転方法において、通常運転時にも、前記戻り配管を介して前記タービンバイパス配管に高温ガスを一定量還流させ、前記タービンバイパス配管を一定温度以上に保持することを特徴とする火力発電プラントの運転方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は火力発電プラントに係り、特にガスタービンバイパス配管を有する加圧流動床発電プラント(PFBC)などに好適な火力発電プラントに関する。

## 【0002】

【従来の技術】火力発電プラントの中で、PFBCのようにボイラーで生成した高温ガスを直接ガスタービンに送り込む構成のプラントでは、起動時およびプラント異常事象発生時に高温ガスをガスタービンに流入させずバイパスさせて放出するバイパス配管が設けられる。

【0003】図2に、従来の火力発電プラントの高温ガス系統の概略図を示す。まず、ボイラー4に燃料(微粉炭)13と空気14を供給し、ボイラー4内での燃焼により高温ガスを発生させる。ボイラー4で発生した高温ガスは、サイクロン5により灰粒子が分離され、高温ガス主配管3によりガスタービン8に流入する。ガスタービン8には発電機9が繋がっており、高温ガスによるガスタービン8の回転により発電機9が作動する。

【0004】また、ガスタービン8の入口側には、高温ガス遮断弁7が設けられ、起動時の一定時間やプラント異常事象発生時には高温ガス遮断弁7が閉じられ、ガスタービン8への高温ガスの流入を停止する。この高温ガス遮断弁7の上流において、この弁が閉じられた場合に

高温ガスをバイパスさせるガスタービンバイパス配管1が高温ガス主配管3から分岐している。

【0005】このガスタービンバイパス配管1は、高温ガス主配管3から分岐した直後にバイパス流量調整弁6が設けられ、プラント通常運転時は閉状態、起動時の一定時間やプラント異常事象発生時には開状態となり、高温ガスをガスタービンからバイパスさせる。このガスタービンバイパス配管1は、ガスタービン8の下流の高温ガス主配管3に合流する。ガスタービン8およびガスタービンバイパス配管1から高温ガス主配管3に流入した高温ガスは、脱硝装置10および排熱回収熱交換器11を通り煙突12から外部へ放出される。

【0006】この従来の火力発電プラントでは、起動時の一定時間およびプラント異常事象発生時のみガスタービンバイパス配管1に高温ガスが流れ、プラント通常運転時は、定常的なガス流れはなく一時的に流された高温ガスの残留分が滞留する状態となる。このガスタービンバイパス配管1に滞留した高温ガスは、自然放熱により徐々に冷却され、一定温度以下になると配管内で結露する。石炭燃焼排ガス中には、微量ではあるがSO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>が残留しており結露した場合には強酸性溶液が生成される。そのため、配管内壁面に酸腐食が発生し、配管減肉による強度低下や貫通孔発生によるガス漏れが生じる可能性がある。

【0007】そのため、従来プラントでは、図2に示したように、ガスタービンバイパス配管1に残留水を引き抜いて除去するドレン系統15を設け、これにより結露が発生した場合の配管腐食を防止してきた。このドレン系統15を正常に作動させるには制御系、各種弁、計装系など種々の機器が必要となる。また、各種プラント運転状態に適合した適切なドレン系統の運転管理が必要となる。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】一方、プラント建設コストおよび運転方法を簡素化するためには、プラント全体の配管系統構成の見直しが必要であり、ガスタービンバイパス配管1に設けられるドレン系統15もその対象となる。結露による配管腐食防止方法としては、原理的に、結露が発生する温度以上に常にガスタービンバイパス配管1を保温すればよい。その保温方法としては、通常運転時にガスタービンバイパス配管1の全領域で高温ガスの結露点以上の保温が成立し、同時に従来のドレン系統15より配管系統構成および使用方法が簡素化される必要がある。

【0009】さらに、通常運転時にガスタービンバイパス配管1の全領域で結露点以上の保温を実施する方法としては種々の方法が考えられるが、最も低コストで効率的な方法は、高温ガスの一部をガスタービンバイパス配管1に還流させる方法である。同方法によれば、新たな熱源を設ける必要はない。

【0010】一方、同方法によれば、ガスタービンバイパス配管の除熱された低温の滞留ガス中に、まだ除熱されていない高温ガスが流入することになる。このような場合、ガスの温度差による浮力により高温ガスが配管内上部に上昇し、配管内部で高温領域と低温領域が分離された状態となる温度成層化現象が発生しやすい。このような事象が発生した場合には、高温ガスを常時ガスタービンバイパス配管1に還流させているにも関わらず、配管内壁面内の低温領域で部分的に結露が発生し、腐食が進行する可能性がある。

【0011】本発明の目的は、構成簡単かつ簡便にして、効果的にガスタービンバイパス配管系統の結露による配管腐食を防止することができる火力発電プラント及びその運転方法を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するための第1の発明は、ボイラー、ガスタービン、前記ボイラーで発生した高温ガスを前記ガスタービンに供給する高温ガス配管、及び前記ボイラーからの高温ガスを前記ガスタービンをバイパスしてその下流側に供給するタービンバイパス配管を有する高温ガス系統を備えた火力発電プラントにおいて、前記ガスタービンを出た高温ガスの一部を前記タービンバイパス配管に還流させる戻り配管を設ける。

【0013】第2の発明は、第1の発明の火力発電プラントの運転方法において、通常運転時にも、前記戻り配管を介して前記タービンバイパス配管に高温ガスを一定量還流させ、前記タービンバイパス配管を一定温度以上に保つ。

【0014】

【発明の実施の形態】以下図示した実施例に基づいて本発明を詳細に説明する。図1に、本発明による火力発電プラントの第1実施例の高温ガス系統を示す。流入した燃料13と空気14により高温のボイラー4に燃焼ガスが発生する。この高温ガスは、サイクロン5でガス中の灰粒子を一定スケール（粒子径）以下に分離した後、高温ガス主配管3によりガスタービン8に流入する。

【0015】通常運転時は、ガスタービン8の上流にある高温ガス遮断弁7は開状態、ガスタービンバイパス配管1の最上流にあるバイパス流量調整弁6は閉状態にある。これにより、ボイラー4で発生する高温ガスはすべてガスタービン8に流入する。ガスタービン8を出た高温ガスは、脱硝装置10、排熱回収熱交換器11を通過して煙突12から放出される。したがって、ガスタービンバイパス配管1には、高温ガスは流入しない。

【0016】一方、起動時初期の一定時間およびプラント異常事象発生時には、高温ガス遮断弁7は閉状態、バイパス流量調整弁6は開状態になり、高温ガスは全てガスタービンバイパス配管1に流入する。この場合、高温ガスは、ガスタービン8の下流で高温ガス主配管3に再

び流入し（図1のD点）、脱硝装置10、排熱回収熱交換器11を通過して煙突12から放出される。

【0017】本実施例では、ガスタービンバイパス配管1を通常運転時に保温するために、ガスタービン8の下流の高温ガス主配管3のC点から、ガスタービンバイパス配管1のバイパス流量調整弁6の下流直後（B点）に連結する戻り配管である保温配管2を設置する。これらの配管構成では、ガスタービンバイパス配管1と保温配管2を通過する流れ（C点→B点→D点）による圧力損失が高温ガス主配管の直通路（C点→D点）での圧力損失より小さければ、C点→B点→D点の流れは新たな駆動機構なしで実現できる。即ち、高温ガス主配管の直通路（C点→D点）間に、流量調整弁を設けるか、大きな圧力損失を発生する機器を配置すれば、C点→B点→D点の還流が自然に実現できる。

【0018】したがって、保温配管2を設置して、高温ガスの一部をC点からB点、D点に還流させることにより、常時、ガスタービンバイパス配管1の保温に必要な流量を流すことが可能となる。また、この配管系統設置により従来のドレン系統は不要となる。そのため、本実施例では、ドレン系統に比べ運転に必要な計装、制御系および弁数を大幅に削減できる。また、ガスタービンバイパス配管1の保温に必要な高温ガス流量は、高温ガス全流量の2～3%であり、プラント全体の熱効率や成立性にはほとんど影響はない。

【0019】図3は、図1のように、ガスタービンバイパス配管1に保温配管2を合流させた配管構成で、実際のプラント建屋内における3次元構造の一例を示す。実プラントでは、各種機器との取り扱い、および配管熱膨張による曲げの吸収のため、ガスタービンバイパス配管1は、図3に示したような3次元的に曲がりの多い配管経路となることが多い。また、本実施例では、保温配管2は、ガスタービンバイパス配管1に一本の細管として合流している。図4に合流部であるB点近傍の拡大図を示す。前述したように、ガスタービンバイパス配管1内の除熱された低温の滞留ガス中に、まだ除熱されていない高温ガスが流入すると、ガス温度差による浮力により、高温ガスが配管内上部に上昇し、配管内部で高温領域と低温領域が分離された状態となる温度成層化現象が発生しやすい。

【0020】図5に、図3に示した実施例の配管構成および構造において、130℃の残留ガスで満たされたガスタービンバイパス配管1に、424℃の高温ズスを保温配管2のノズルから還流させた場合の配管内温度分布の解析結果を示す。この構造の場合、還流高温ガスは図3の白抜き矢印の方向に流れる。図5に示した温度分布は、図3における水平配管部分の鉛直方向（ポイントXーポイントX'間）の分布を示している。同図から分かるように、水平配管部分で温度成層化が発生していることが分かる。配管下部では約120℃であるが、上部で

は約270℃を示している。

【0021】本実施例では、還流する高温ガス流量を十分確保しているため、温度成層化は発生するが配管下部の最低温度は、高温ガスの結露発生温度約50℃より十分高い。従って、保温配管2を設けるだけで、ガスタービンバイパス配管1の結露による腐食を効果的に防止できる。

【0022】より少ない高温ガスの還流量で、ガスタービンバイパス配管1を保温するためには、上記温度成層化を緩和する必要がある。図6に、これを実現するためのガスタービンバイパス配管1と保温配管2の合流部の概略構成を示す。本実施例構成では、保温配管2の先端が複数の細管に分岐し、それぞれの細管が、ガスタービンバイパス配管1の周方向に一定間隔で、ガスタービンバイパス配管1の壁面に対して水平方向と鉛直方向のどちらにも傾いた角度を持って合流する構造を持つ。このような合流部構造を持つことにより、ガスタービンバイパス配管1に高温ガスが流入した時に、図6のような強い旋回流が発生する。この旋回流により、合流部近傍での温度混合が強化され、ガスタービンバイパス配管1内での温度成層化が緩和される。そのため、より少ない高温ガスの還流量で確実にガスタービンバイパス配管1の保温を実現でき、結露による腐食防止を更に効果的に図れる。

【0023】また、ガスタービンバイパス配管1内への高温ガスの還流方法としては、図1の第1実施例のように、バイパス流量調整弁6の直後に還流させるだけでなく、図7に示すように、ガスタービンバイパス配管1の管軸方向の複数の箇所に保温配管系からの分岐管2aを合流させる構成も考えられる。図7は、本発明による火力発電プラントの第2実施例の高温ガス系統を示す。図\*

\* 8は、図7のガスタービンバイパス配管1の3次元構造の一例を示す。同図のような配管構成を用いても、前記した温度成層化を防止し、確実にガスタービンバイパス配管1の保温を実現できる。従って、本実施例でも第1実施例と同じ効果が得られる。

【0024】

【発明の効果】本発明によれば、構成簡単かつ簡便にして、効果的にガスタービンバイパス配管系統の結露による配管腐食を防止することができる。

10 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の火力発電プラントの第1実施例の高温ガス系統を示す概略構成図。

【図2】従来の火力発電プラントの高温ガス系統を示す概略構成図。

【図3】図1のタービンバイパス配管の3次元構造の一例を示す図。

【図4】図3のB点近傍の拡大図。

【図5】図3の配管内の鉛直方向における温度分布の解析結果の一例を示す図。

20 【図6】図1のタービンバイパス配管と保温配管の合流部の他の実施例を示す概略構成図。

【図7】本発明の火力発電プラントの第2実施例の高温ガス系統を示す概略構成図。

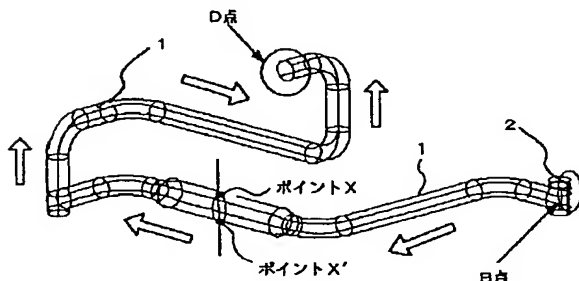
【図8】図7のタービンバイパス配管の3次元構造の一例を示す図。

【符号の説明】

1…ガスタービンバイパス配管、2…保温配管、3…高温ガス主管、4…ボイラー、5…サイクロン、6…バイパス流量調整弁、7…高温ガス遮断弁、8…ガスタービン、9…発電機、10…脱硝装置、11…排熱回収熱交換器、12…煙突、13…燃料、14…空気。

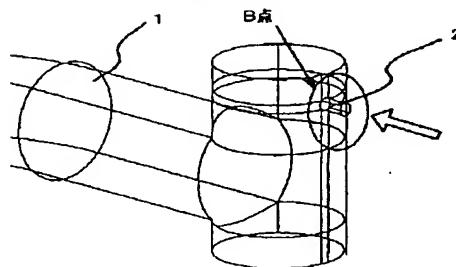
【図3】

図 3



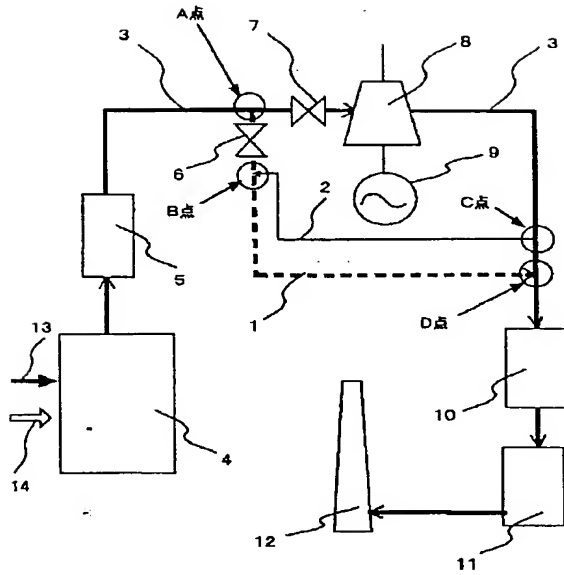
【図4】

図 4



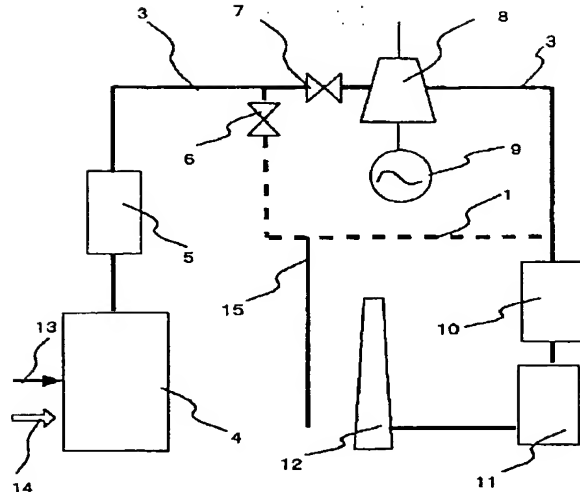
【図1】

図 1



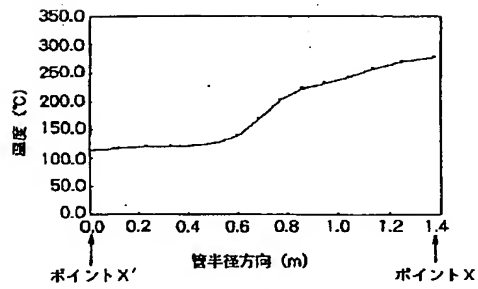
【図2】

図 2



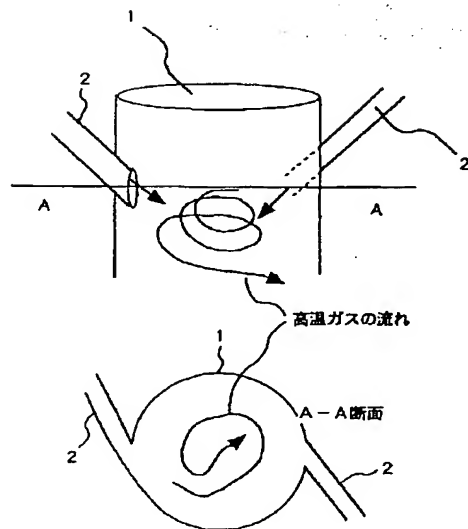
【図5】

図 5



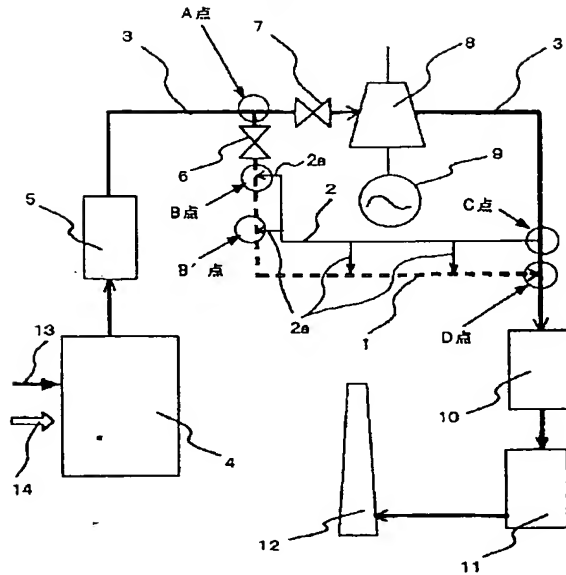
【図6】

図 6



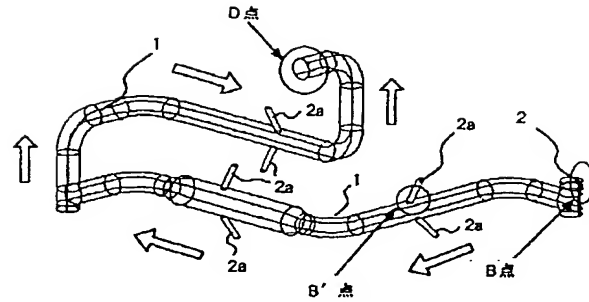
【図7】

図 7



【図8】

図 8



フロントページの続き

(72)発明者 菅原 芳明  
茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会  
社日立製作所日立工場内

Fターム(参考) 3G081 BA11 DA21